Mémoire n° 94

ESSAI DE FERTILISATION D'UN JEUNE PEUPLEMENT SEMENCIER D'ÉPINETTE NOIRE DE LA GASPÉSIE

par G. Sheedy

recherche

Québec

GILLES SHEEDY a fait ses études à la Faculté de foresterie et de géodésie de l'Université Laval où il obtenait son baccalauréat en foresterie en 1969. Il est depuis lors à l'emploi du ministère de l'Énergie et des Ressources, à titre de chargé de recherches en fertilisation des forêts. L'Université Laval lui a décerné en 1975 le diplôme de Maître ès sciences forestières.

Depuis de nombreuses années, chacun des Mémoires et des autres rapports publiés par la Recherche forestière est révisé par un comité ad hoc d'au moins trois membres recrutés aussi bien à l'intérieur du Ministère que dans le milieu universitaire, la fonction publique fédérale ou les autres milieux de la recherche. Les responsables de la Recherche remercient les scientifiques qui ont accepté bénévolement de revoir le texte présenté ici et de participer ainsi à la diffusion des résultats des recherches menées au ministère de l'Énergie et des Ressources (Forêts).

ESSAI DE FERTILISATION D'UN JEUNE PEUPLEMENT SEMENCIER D'ÉPINETTE NOIRE DE LA GASPÉSIE

par

GILLES SHEEDY, ing.f., M.Sc.

MÉMOIRE N° 94

GOUVERNEMENT DU QUÉBEC
MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES
DIRECTION DE LA RECHERCHE ET DU DÉVELOPPEMENT
SERVICE DE L'AMÉLIORATION DES ARBRES
1988

89-05228/

ISBN 2-550-19208-7
Dépôt légal
Bibliothèque nationale du Québec

REMERCIEMENTS

L'auteur tient à souligner la précieuse collaboration du personnel de l'Unité de gestion Gaspésie (14) et de M. Conrad Thomassin, tech.f., responsable de l'équipe qui a établi, fertilisé et mesuré ces dispositifs.

Des remerciements sincères s'adressent particulièrement à MM. Yvon Richard et Mario Ménard, ing.f., pour leur aide judicieuse dans la compilation mécanographique et l'analyse statistique des données, ainsi qu'au personnel du laboratoire des sols et des tissus qui a procédé à l'analyse des échantillons prélevés pour cette étude.

Je tiens à remercier aussi tous ceux qui ont contribué à la dactylographie, à la correction et à la réalisation de ce rapport.

RÉSUMÉ

Ce rapport présente les résultats des observations et des mesurages concernant la production de cônes et de graines d'un jeune peuplement d'épinette noire de la Gaspésie.

Le peuplement a été préalablement éclaircie puis divers traitements de fertilisation, combinés ou non à l'annelage partiel des arbres, ont été appliqués.

Les résultats montrent que les cônes provenant des arbres fertilisés étaient plus longs (9 p. 100) et plus lourds (21 p. 100) et que les graines extraites de ces cônes étaient plus lourdes (17 p. 100) et plus nombreuses (14 p. 100) que celles des arbres témoins (dispositif "A"). La production et la qualité des cônes sont directement reliées au diamètre des arbres.

La fertilisation et l'annelage partiel des arbres sont des traitements efficaces pour stimuler la production de cônes et surtout la qualité de ces derniers. On recommande de bien choisir les arbres producteurs selon leur diamètre, leur exposition à la lumière et leur état de santé.

La tordeuse des bourgeons de l'épinette a causé des variations dans les résultats de cette étude en affectant la santé des arbres et leur production de cônes.

SUMMARY

This report presents cone and seed production of a young black spruce stand of the Gaspé région.

The stand was thinned before setting up the plots. The fertilizer treatments were applied with or without partial girdling of the stems.

Cone production results show that fertilized trees produce longer (9 p. 100) and heavier (21 p. 100) cones and seeds extracted from them are heavier (17 p. 100) and in greater numbers (14 p. 100) than those of control trees (installation "A"). The production and cone quality are directly linked to the diameter of trees.

Fertilization and partial girdling are effective treatments for stimulating cone and quality production. We recommand selecting trees carefully looking for best diameter, good light exposure and health.

Spruce budworm caused variations in the results of this study affecting health of the trees and cone production.

TABLE DES MATIÈRES

page

REMERCIEMENTS iii

RÉSUMÉ v

SUMMARY vii

TABLE DES MATIÈRES ix

LISTE DES TABLEAUX xi

INTRODUCTION 1

CHAPITRE I. MATÉRIEL ET MÉTHODE 3
1.1 Description du peuplement 3
1.2 Dispositifs expérimentaux 4
1.3 Traitements de fertilisation 6
1.4 Observations, mesurages et échantillonnages 7

CHAPITRE II. RÉSULTATS ET DISCUSSION 9
2.1 Résultats des analyses du sol 9
2.2 Résultats des analyses de tissus 9
2.3 Mesure de longueur et de massse des aiguilles . . . 12
2.4 Production de cônes 12
2.5 Production de cônes, longueur et masse des cônes par classe de diamètre (dispositif "A") 16
2.6 Résultats des mesures et observations effectuées sur les cônes et les graines 18
2.7 Résultats de croissance et évaluation de l'état de santé des arbres 21

CONCLUSION 25

RÉFÉRENCES 27

LISTE DES TABLEAUX

		page
Tableau 1	Traitements appliqués	5
Tableau 2	Résultats de l'analyse du sol	10
Tableau 3	Concentrations en N, P, K, Mg et Ca des aiguilles par dispositif et par traitement. .	11
Tableau 4	Mesures de longueur et de masse des aiguilles par traitement et par dispositif	13
Tableau 5	Hauteur et diamètre moyen des arbres échantillonnés. Nombre moyen de cônes par arbre . .	14
Tableau 6	Production de cônes par classe de diamètre (Dispositif "A")	17
Tableau 7	Résultats des mesures et observations effectuées sur les cônes et les graines	19
Tableau 8	Résultats des mesures dendrométriques	22

LISTE DES TABLEAUX

		page
Tableau 1	Traitements appliqués	5
Tableau 2	Résultats de l'analyse du sol	10
Tableau 3	Concentrations en N, P, K, Mg et Ca des aiguilles par dispositif et par traitement. .	11
Tableau 4	Mesures de longueur et de masse des aiguilles par traitement et par dispositif	13
Tableau 5	Hauteur et diamètre moyen des arbres échantillonnés. Nombre moyen de cônes par arbre . .	14
Tableau 6	Production de cônes par classe de diamètre (Dispositif "A")	17
Tableau 7	Résultats des mesures et observations effectuées sur les cônes et les graines	19
Tableau 8	Résultats des mesures dendrométriques	22

INTRODUCTION

La fertilisation peut améliorer la production et la qualité des cônes et des semences des arbres (Matthews, 1963; Puritch, 1977; Swith, 1985). On a d'ailleurs obtenu de bons résultats au Québec avec ce traitement, pour le sapin baumier, le pin gris (Sheedy, 1978 a et b) et l'épinette noire (Thibault *et al.*, 1985).

Toutefois plusieurs facteurs (température, précipitation, intensité lumineuse, espacement, âge et grosseur des arbres, essences, activité hormonale, type de traitements appliqués, période, taux et fréquence d'application, etc.) font que les effets de la fertilisation de même que la production de cônes et les années de bonne production sont très variables selon les stations, les traitements et les peuplements.

Ce rapport présente les résultats de deux essais de fertilisation combinés ou non à d'autres traitements. Ces résultats concernent un jeune peuplement (17 ans) naturel d'épinette noire et de sapin baumier préalablement éclairci.

Le projet a été effectué en vue de stimuler la production et la qualité des cônes et des semences de l'épinette noire et de déterminer le ou les traitements les plus efficaces.

L'établissement, la fertilisation et le mesurage des dispositifs se sont faits avec la collaboration du personnel de l'Unité de gestion Gaspésie (14).

CHAPITRE I

MATÉRIEL ET MÉTHODE

1.1 Description du peuplement

Le peuplement choisi pour cette étude est situé à environ 65 km au nord-ouest de Chandler, à 64°55'30" de longitude ouest et à 48°40'45" de latitude nord. Il fait partie de la circonscription électorale de Gaspé, canton de Power. L'altitude est d'environ 450 m et la température moyenne annuelle est de 3,0°C. La longueur de la saison sans gel dans cette région est de l'ordre de 100 jours et la précipitation totale annuelle est de 1 016 mm (Houde, 1978). Ce peuplement fait partie de la section forestière Gaspésie, B.2 de Rowe (1972); il a une superficie approximative de 20 ha et est composé principalement d'épinette noire (60 p. 100) et de sapin baumier (40 p. 100) ainsi que de quelques bouleaux à papier et peupliers faux-tremble.

C'est un peuplement qui s'est établi à la suite d'un ancien bûcher (1965), dans le peuplement postérieur au feu de Bonaventure (1924). Le peuplement a été éclaircie en 1982 de

façon à laisser environ 2 500 tiges par ha. Avant l'éclaircie, le nombre de tiges par ha variait entre 10 000 et 12 000. Ce sont surtout les tiges de sapin qui ont été enlevées.

En 1983, lors de l'établissement du premier dispositif, la hauteur des arbres variait entre 3 et 5 m et leur diamètre, entre 30 et 80 mm. C'est un peuplement de classe de fertilité 2, densité a (Vézina et Linteau, 1968).

La station est établie sur un sol qui fait partie des podzols humo-ferriques orthiques (Commission can. de pédologie, 1978) dont la texture est un loam limoneux. Selon la *Carte de possibilité des terres pour la forêt*, ce peuplement correspond aux classes 3 et 4 de potentiel (5 m^3/ha.an) (Env. Can., 1974).

Ce peuplement a été affecté par la tordeuse des bourgeons de l'épinette, surtout entre 1980 et 1984. De plus, on a noté la présence de pucerons sur les tiges et de pyrales sur les cônes. Des arrosages contre la tordeuse ont été effectués entre 1980 et 1984. Une évaluation de l'état de santé des arbres a été réalisée lors des mesurages et des échantillonnages.

1.2 Dispositifs expérimentaux

Le premier dispositif (A) a été établi en 1983 et comprend douze placettes de 0,04 ha (20 m x 20 m). Ce dispositif comprend trois traitements (tableau 1) répétés quatre fois. Les arbres de ces placettes ont été numérotés lors de l'établissement du dispositif et dix arbres dominants et co-dominants par placette et ayant un diamètre comparable, ont été choisis pour l'échantillonnage des cônes. Ainsi, tout au long de l'étude, ce sont les cônes produits par six de ces arbres qui ont été échantillonnés.

Tableau 1. Traitements appliqués

DISPOSITIF	"A"		"B"	
Année de l'éclaircie	1982		1982	
Année de l'établissement	1983		1984	
Années de fertilisation	1983 et 1986		1984 et 1986	
Traitements		N°		N°
	Témoin	1	Témoin	4
	Juin 1983[1] + juin 1986[2]	2	A[3]	5
	Juillet 1983[1] + juin 1986	3	N500[4] + juin 1986[2]	6
			N500 - A + juin 1986	7
			N - P - K[5] + juin 1986	8
			N - P - K - A + juin 1986	9

[1] Juin 1983 et juillet 1983: 1086 kg/ha de 16 - 21 - 11 (175 kg/ha N, 100 kg/ha P et K)
[2] Juin 1986: 150 kg/ha nitrate d'ammonium, 254 kg/ha triple superphosphate et 273 kg/ha sulfate de potassium et de magnésium
[3] A: annelé: l'arbre a été annelé au niveau du d.h.p. sur 50 p. 100 de la circonférence
[4] N500: 1500 kg/ha nitrate d'ammonium (33 p. 100 N)
[5] N - P - K: 1500 kg/ha nitrate d'ammonium, 2500 kg/ha triple superphosphate et 1000 kg/ha muriate de potassium.

Le deuxième dispositif (B) a été établi en juin 1984 et comprend soixante placettes de 100 m^2, soit dix répétitions de six traitements (tableau 1). L'étude ne porte que sur une seule épinette noire par placette. Ces dernières ont été choisies selon la classe de diamètre des arbres. Ces arbres ont été marqués à la peinture et numérotés.

1.3 Traitements de fertilisation

Dans le dispositif "A", les engrais ont été appliqués en plein à l'aide d'épandeurs de marque *Cyclone* avant même l'établissement des placettes. C'est le personnel de l'Unité de gestion qui a exécuté ce travail. Chaque ouvrier appliquait les engrais sur une bande de 6 m de largeur. Il s'agissait d'épandre 1 086 kg/ha d'un mélange uniforme d'urée, de triple superphosphate et de muriate de potassium. Ce mélange correspondait à un engrais de type 16-21-11, de telle sorte qu'à ce taux on appliquait 175 kg/ha d'azote, 100 kg/ha de phosphore et 100 kg/ha de potassium. Les engrais ont été appliqués en deux temps, soit du 8 au 11 juin et du 5 au 12 juillet 1983.

Le dispositif B a été fertilisé à la mi-juin de 1984. Seules les placettes ont été fertilisées. Il s'agissait de fertiliser sur une surface circulaire de 5,65 m de rayon (100 m^2). Une partie des arbres de ce dispositif ont été annelés sur 50 p. 100 de leur circonférence au niveau du d.h.p.

Les deux dispositifs (A et B) ont été refertilisés en juin de 1986. Tous les traitements appliqués dans ce peuplement de 1982 à 1986 sont présentés au tableau 1.

1.4 Observations, mesurages et échantillonnages

Lors de l'établissement des dispositifs (1983 et 1984), les arbres ont été numérotés et mesurés (diamètre à hauteur de poitrine et hauteur) et des échantillons de sol et de tissu ont été prélevés à l'automne de ces mêmes années.

Un remesurage des arbres a été effectué en 1986 alors que les aiguilles ont été rééchantillonnées en 1984, 1985 et 1986 lors de l'évaluation des productions de cônes. Les échantillons de sol et de tissu ont été analysés au laboratoire selon les méthodes usuelles (Walsh, 1971). Une partie des aiguilles échantillonnées a fait l'objet de mesures de masse et de longueur.

Les observations concernant la production de cônes ont été effectuées à l'automne de chaque année et un échantillonnage des cônes a été réalisé en 1983, 1986 et 1987. Ce dernier a porté sur dix arbres par placette dans le dispositif "A" et sur un arbre par placette dans le dispositif "B". Ces arbres ont été choisis au début de l'étude selon les classes de diamètre.

Les cônes récoltés ont été dénombrés séparément pour chaque arbre et on a déterminé leur longueur, leur masse, la masse des graines extraites et leur nombre.

CHAPITRE II

RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

2.1 Résultats des analyses du sol

Ces résultats sont présentés au tableau 2 et montrent que le pH du sol est faible et que les concentrations en K, Mg et Ca sont inférieures à celles des standards proposés.

Ces résultats nous laissent croire que la fertilisation en N, P, K et Mg pourrait être favorable à la croissance et à la production des arbres qui poussent sur ce sol.

2.2 Résultats des analyses de tissus

Les résultats des analyses des aiguilles sont présentés au tableau 3 par dispositif et par traitement pour 1983 à 1986.

Ce tableau montre que la fertiliation a eu des effets positifs au niveau du feuillage particulièrement pour l'azote et aussi pour le phosphore et le potassium.

Tableau 2. Résultats de l'analyse du sol

	pH	M.O. (p.100)	C/N	C.E.C.		
Dispositifs[1]	3,7	4,7	13	17		
Standards	5-6	4-6	-	7		
	Concentration en éléments (ppm)					
	N (p.100)	P	Pt[2]	K	Mg	Ca
Dispositifs[1]	0,21	120	612	55	51	253
Standards	0,12	100	-	80	75	300
Texture	loam - loam limoneux					

[1] Moyenne pour 8 échantillons

[2] Phosphore total

Tableau 3. Concentrations en N, P, K, Mg et Ca des aiguilles par dispositif et par traitement

DISPOSITIF	TRAITEMENT N°	CONCENTRATIONS EN ÉLÉMENTS (P.100)																	
		Azote				Phosphore				Potassium				Magnésium				Calcium			
		1983	1984	1985	1986	1983	1984	1985	1986	1983	1984	1985	1986	1983	1984	1985	1986	1983	1984	1985	1986
A[1]	Témoin 1	1,25	1,18	1,02	0,95	0,18	0,16	0,16	0,19	0,64	0,51	0,56	0,68	0,09	0,08	0,08	0,08	0,45	0,30	0,26	0,33
	Fert. juin 2	1,91	1,39	1,14	1,12	0,22	0,19	0,16	0,23	0,58	0,54	0,51	0,81	0,09	0,09	0,08	0,07	0,39	0,28	0,24	0,35
	Fert. juillet 3	1,56	1,48	1,25	0,95	0,22	0,19	0,18	0,23	0,67	0,63	0,58	0,86	0,09	0,08	0,09	1,04	0,38	0,27	0,24	0,31
		1983	1984	1985	1986	1983	1984	1985	1986	1983	1984	1985	1986	1983	1984	1985	1986	1983	1984	1985	1986
B[2]	Témoin 4	--	1,08	1,11	1,02	--	0,19	0,18	0,17	--	0,62	53	0,58	--	0,09	0,10	0,11	--	0,28	29	0,40
	Annelé 5	--	1,09	1,13	0,94	--	0,18	0,18	0,18	--	0,57	49	0,58	--	0,08	0,08	0,10	--	0,25	19	0,31
	N588 6	--	2,11	1,91	1,24	--	0,18	0,19	0,16	--	0,61	53	0,55	--	0,07	0,08	0,08	--	0,26	19	0,27
	N588-A 7	--	2,14	1,67	1,47	--	0,17	0,17	0,17	--	0,52	49	0,55	--	0,08	0,07	0,09	--	0,25	15	0,28
	N - P - K 8	--	2,02	1,91	1,46	--	0,32	0,20	0,19	--	0,88	54	0,53	--	0,10	0,08	0,09	--	0,32	18	0,32
	N - P - K - A 9	--	2,02	1,72	1,51	--	0,28	0,19	0,20	--	0,83	54	0,62	--	0,10	0,08	0,09	--	0,32	18	0,33
Standards		1,20				0,14				0,30				0,09				0,10			

1 Moyenne pour 12 arbres par traitements
2 Moyenne pour 18 arbres par traitements

Il existe aussi des variations importantes dans les résultats selon les dispositifs et les années. Ainsi on note que les concentrations en N des aiguilles sont plus élevées dans le dispositif B et que les arbres non fertilisés présentent des teneurs en N inférieures à celles proposées comme standards pour l'épinette noire. Les teneurs en Mg des aiguilles dans les deux dispositifs (A et B) sont légèrement inférieures ou légèrement supérieures aux standards proposés. Ces résultats nous indiquent que si l'on refertilise ces dispositifs, il serait opportun d'ajouter du magnésium en plus de l'azote.

2.3 Mesures de longueur et de masse des aiguilles

Ces résultats sont présentés au tableau 4 pour 1985 et 1986, par traitement et par dispositif. La fertilisation a eu des effets positifs sur la longueur et la masse des aiguilles, confirmant ainsi les résultats de l'analyse foliaire. Dans le cas du dispositif B, ces effets sont significatifs et montrent que les meilleurs résultats sont obtenus avec l'application de N, P et K. L'annelage d'une partie du tronc semble aussi avoir eu un effet positif sur la longueur et la masse des aiguilles.

2.4 Production de cônes

Le tableau 5 présente la hauteur et le diamètre moyen des arbres échantillonnés ainsi que leur production moyenne de cônes pour 1982 à 1987.

Les résultats pour le dispositif A ne montrent pas d'effets marqués de la fertilisation sur le nombre de cônes produits. Ainsi, les arbres fertilisés en juin 1983 ont produit, en moyenne, un total de 395 cônes en six ans par rapport à une production de 370 cônes pour les arbres témoins et 302 cônes pour les arbres fertilisés en juillet 1983.

Tableau 4. Mesures de longueur et de masse des aiguilles par traitement et par dispositif

DISPOSITIF	TRAITEMENTS	N°	MESURES DE LONGUEUR[3] (mm) 1985	1986	MESURES DE MASSE[4] (g) 1985	1986
A[1]	Témoin	1	9	8	0,52	0,57
	Fert. juin	2	10	9	0,64	0,67
	Fert. juillet	3	10	8	0,64	0,62
Valeur de F[5]			--	1,3	--	1,0
B[2]	Témoin	4	8	8	0,48	0,48
	Annelé	5	8	7	0,52	0,51
	N500	6	9	8	0,55	0,58
	N500-A	7	9	9	0,62	0,70
	N - P - K	8	11	10	0,61	0,63
	N - P - K - A	9	11	11	0,74	0,81
Valeur de F			6,8**	1,4	6,0**	3,1**

1 Moyenne pour 12 arbres par traitement
2 Moyenne pour 10 arbres par traitement
3 Longueur moyenne de 300 aiguilles par traitement
4 Masse moyenne de 200 aiguilles par arbre
5 Résultat de l'analyse de variance

** Indique une différence significative au seuil de 0,99.

Tableau 5. Hauteur et diamètre moyen des arbres échantillonnés[1] - Nombre moyen de cônes par arbre

DISPOSITIF	TRAITEMENT	N°	HAUTEUR 1983 m	DIAMÈTRE 1983 mm	NOMBRE MOYEN DE CÔNES PAR ARBRE PORTEUR						TOTAL[5]	MOYENNE[6]
					1982	1983[2]	1984	1985	1986	1987		
A	Témoin	1	3,78	55	37 [24][3]	122 [24] (33)[4]	28 [24] (10)	17 [19]	123 [24] (13)	43 [24] (8)	370 [139]	63
	Fert. juin	2	3,79	56	32 [17]	102 [24] (35)	31 [24] (10)	21 [22]	152 [24] (30)	57 [24] (4)	395 [135]	68
	Fert. juillet	3	3,98	55	40 [16]	81 [24] (38)	29 [24] (10)	28 [20]	95 [23] (21)	37 [24] (4)	382 [131]	52
DISPOSITIF	TRAITEMENT	N°	HAUTEUR 1984 m	DIAMÈTRE 1984 mm	NOMBRE MOYEN DE CÔNES PAR ARBRE PORTEUR						TOTAL	MOYENNE
					1982	1983	1984	1985	1986	1987		
B	Témoin	4	5,39	74	--	15 [6]	31 [7]	17 [4]	62 [8] (25)	16 [5] (10)	141 [30]	32
	Annelé	5	5,11	73	--	16 [8]	33 [10]	13 [6]	80 [9] (21)	16 [8] (10)	158 [47]	34
	N-500	6	5,66	74	--	27 [7]	60 [9]	30 [9]	121 [10] (25)	29 [9] (40)	267 [44]	56
	N-500-A	7	5,24	74	--	19 [8]	45 [10]	16 [9]	90 [10] (26)	11 [9] (10)	191 [46]	40
	N - P - K	8	5,41	74	--	16 [5][7]	50 [8]	11 [8]	66 [8] (34)	5 [8] (10)	148 [33]	30
	N - P - K - A	9	5,23	74	--	13 [7]	51 [9]	39 [9]	75 [8] (28)	10 [7] (10)	178 [38]	39

1 Les moyennes portent sur 24 arbres par traitement dans le dispositif A et dix arbres par traitement dans le dispositif B
2 Le dispositif A a été fertilisé en 1983 et en 1986 et le dispositif B en 1984 et en 1988.
3 [] nombre d'arbres porteurs de cônes
4 () évaluation en p. 100 du nombre de cônes affectés par la pyrale
5 Nombre total de cônes produits par arbre en six ans (disp. A) ou cinq ans (disp. B)
6 Nombre moyen de cônes par arbre (moyennes pondérées)
7 Un arbre est mort; moyenne pour 9 arbres

Dans le dispositif B, les résultats sont plus consistants. On remarque, en effet, que la production de cônes des arbres fertilisés ou annelés ou les deux est plus élevée que la production totale moyenne des arbres témoins (188 cônes par rapport à 141 soit une augmentation de 34 p. 100). On note aussi que dans ce dispositif, le nombre d'arbres porteurs de cônes est plus élevé dans les placettes traitées.

Le meilleur résultat pour ce dispositif a été obtenu avec le traitement 6 (N500 + juin 1986). Les arbres qui ont reçu ce traitement ont produit en moyenne 267 cônes par arbre sur une période de cinq ans soit 89 p. 100 de plus que les arbres témoins durant la même période. On remarque aussi que dans le dispositif B, la production de cônes de 1983 et de 1986 (années de l'application des traitements) des arbres traités est supérieure à celle des arbres témoins.

Fait à remarquer, la production moyenne de cônes par arbre et par année des arbres du dispositif A est nettement supérieure à celle des arbres du dispositif B (61 cônes en moyenne par rapport à 38 cônes). Précisons toutefois que dans le cas du dispositif B, le nombre d'arbres échantillonnés était beaucoup plus faible (10 arbres par traitement) que dans le dispositif A (24 arbres par traitement). De plus, les arbres du dispositif B ont été plus affectés par la tordeuse des bourgeons de l'épinette que ceux du dispositif A.

Les résultats du tableau 5 montrent aussi que plusieurs cônes étaient affectés par la pyrale des cônes. Ainsi, en 1983, 35 p. 100 des cônes prélevés dans le dispositif A étaient pyralés alors qu'en 1986 et 1987, ce taux était de 21 et 5 p. 100 respectivement. Les cônes provenant des arbres témoins étaient généralement moins affectés par la pyrale.

Les observations pour le dispositif B portent sur 1986 et 1987; 26 p. 100 des cônes était pyralés en 1986 et près de 12 p. 100 en 1987. Les résultats pour ce dispositif sont cependant très variables selon les traitements, particulièrement ceux de 1987.

Le tableau 5 fait ressortir que la production de cônes est fort variable d'une année à l'autre. Dans le cas présent, les meilleures années de production furent 1983 et 1986. En général, dans le cas de l'épinette noire, les bonnes années semencières se répètent tous les six ans environ et si les conditions sont favorables, la fertilisation peut aider à réduire cet intervalle (Edwards, 1979). Plusieurs auteurs (Smith, 1985; Puritch, 1977; Edwards, 1979; Matthews, 1963) mentionnent cependant que la réaction à la fertilisation dépend de la grosseur des arbres, de leur espacement, du type d'engrais utilisé, de la méthode et de la période d'application, du climat et des caractéristiques génétiques des arbres.

2.5 Nombre moyen de cônes produits et longueur et masse moyenne de ces cônes selon les classes de diamètre des arbres échantillonnés

Les résultats du tableau 6 sont une moyenne pour les échantillonnages de 1983, 1986 et 1987 et ne concernent que le dispositif A. Ces résultats montrent clairement que le nombre de cônes produits et que la masse et la longueur moyenne de ces cônes augmentent avec le diamètre des arbres. Ainsi, dans le cas présent, les arbres faisant partie des classes de diamètre de 60, 80 et 100 mm produisent plus de cônes et ces derniers sont plus lourds et plus longs que ceux produits par les arbres plus petits. Plusieurs auteurs (Matthews, 1963; Edwards, 1979 et Smith, 1985) ont d'ailleurs signalé une corrélation positive entre le diamètre des arbres et la production de cônes.

Tableau 6. Nombre, masse et longueur moyenne des cônes selon la classe de diamètre des arbres (dispositif A, moyenne pour 1983, 1986 et 1987)

CLASSE DE DIAMÈTRE cm	NOMBRE MOYEN DE CÔNES PAR ARBRE			MOYENNE	MASSE MOYENNE D'UN CÔNE (g)			MOYENNE	LONGUEUR MOYENNE D'UN CÔNE (mm)			MOYENNE
	Témoin	Fert. juin	Fert. juillet		Témoin	Fert. juin	Fert. juillet		Témoin	Fert. juin	Fert. juillet	
20	37 (3)[1]	8 (2)	17 (4)	22	2,84	2,86	2,44	2,65	25	26	26	26
40	53 (19)	97 (26)	54 (23)	70	2,32	3,30	3,40	3,06	25	28	29	27
60	103 (39)	116 (26)	91 (24)	103	2,74	3,74	3,11	3,13	27	30	28	28
80	199 (9)	168 (9)	118 (12)	154	3,02	3,20	3,63	3,32	27	31	28	29
100	--	77 (6)	--	77	--	3,97	--	3,97	--	31	--	31
Moyenne	98	108	78	95	2,66	3,51	2,99	3,05	26	29	28	28

[1] (3) indique le nombre d'arbres sur lequel porte la moyenne

Ces résultats montrent que seuls les arbres codominants et dominants (ayant les diamètres les plus gros) devraient être échantillonnés pour la production de cônes.

Les résultats du tableau 6 font ressortir aussi les effets positifs de la fertilisation sur la masse et la longueur des cônes et montrent qu'en moyenne, les résultats pour les arbres fertilisés en juin 1983 sont supérieurs à ceux obtenus avec les arbres fertilisés en juillet de la même année.

2.6 Résultats des mesures et observations effectuées sur les cônes et les graines

Ces résultats sont présentés au tableau 7 et montrent qu'en moyenne, les cônes récoltés sur les arbres traités sont plus longs et plus lourds et que les graines provenant de ces cônes sont en moyenne plus lourdes et plus nombreuses que celles des arbres témoins. Certaines de ces augmentations sont d'ailleurs statistiquement différentes par rapport au traitement témoin.

Les résultats de l'échantillonnage de 1983 ne concernent que le dispositif A. Ces résultats montrent que la fertilisation de 1983, qu'elle ait été réalisée en juin ou en juillet, a eu des effets positifs sur la production de cônes et de graines. Les cônes provenant des arbres fertilisés sont en moyenne 6 p. 100 plus longs et 9 p. 100 plus lourds et les graines extraites de ces cônes sont elles-mêmes plus lourdes (44 p. 100, différence significative au seuil de 0,01) et plus nombreuses (14 p. 100). Les résultats de 1986 pour le même dispositif montrent aussi des effets positifs (et parfois significatifs) en faveur des traitements de fertilisation. On note aussi (tableau 7) que les cônes récoltés en 1986 étaient plus gros et plus lourds que ceux de 1983 alors que les résultats de 1987 (pour le

Tableau 7. Résultats des mesures et observations effectués sur les cônes et les graines

OBSERVATIONS		DISPOSITIF A				DISPOSITIF B						
		Traitements: 1	2	3	Valeur de F[1]	Traitements: 4	A	5	7	8	9	Valeur de F
Nbre d'arbres porteurs de cônes / Total possible	1985	24	24	24	---	4	8	8	8	4	4	--
	1986	22	21	15		5	8	9	9	8	7	
	1987	24	24	24				10				
			24									
Nbre de cônes sains échant. par arbre	1985	53	53	47	---	59	59	70	65	55	60	--
	1986	79	62	94		10(2)[2]	10(3)	10(4)	10(2)	--	10(2)	
	1987	10	10	10								
Longueur moyenne d'un cône (cm)	1985	25	26	27	2,98*	27	26	28	28	31	31	2,16**
	1986	28	31	30	3,41*	30	29	30	27	--	31	--
	1987	27	31	30	---							
Masse sèche moyenne d'un cône (g)	1985	1,57	1,66	1,76	1,03	2,31	2,39	2,14	2,68	3,18	2,85	0,60
	1986	1,82	2,22	2,30	25,1***	1,91	2,01	1,97	1,66	--	3,08	--
	1987	1,96	2,58	2,47	---							
Masse totale de graines par arbre (g)	1985	0,83	1,37	0,95	1,42	1,85	2,53	1,82	2,12	1,78	1,81	0,52
	1986	3,35	3,68	4,19	2,27	--	--	--	--	--	--	--
	1987	0,47	0,80	0,44	---							
Masse moyenne de graines par cône (mg)	1985	1,56	2,56	1,95	9,07***	3,13	4,29	2,59	3,27	3,25	3,03	1,48
	1986	4,23	4,51	4,45	0,28	--	--	--	--	--	--	--
	1987	1,89	1,39	1,24	---							
Nbre total de graines par arbre	1985	661	833	671	0,42	1325	1779	1332	1596	1144	1181	0,70
	1986	2368	2420	2868	1,32	--	--	--	--	--	--	--
	1987	249	467	266	---							
Nbre moyen de graines par cône	1985	13	16	14	1,28	22	30	19	25	21	20	1,92**
	1986	30	30	30	0,00	--	--	--	--	--	--	--
	1987	6	8	7	---							
Nbre moyen de graines par gramme	1985	846	812	687	4,84**	716	783	732	753	643	652	0,93
	1986	787	658	670	0,89	--	--	--	--	--	--	--
	1987	532	590	577	---							

[1]: Valeur de *F* à la suite de l'analyse de variance.
[2]: 10(2): deux arbres ont été échantillonnés et 10 cônes ont été récoltés par arbre.
* indique une différence significative au seuil de probabilité de 95 p. 100
** au seuil de 95 p. 100
*** au seuil de 99 p. 100

même dispositif) sont nettement plus faibles que ceux de 1986 et de 1983. Toutefois, les résultats de 1987 montrent aussi un effet positif des traitements sur la longueur et la masse des cônes ainsi que sur la masse et le nombre de graines.

Dans l'ensemble, le nombre d'arbres porteurs de cônes est semblable d'un traitement à l'autre dans le dispositif A. Ce nombre est beaucoup plus variable dans le dispositif B, ce qui explique que les résultats pour ce dispositif soient plus variables; précisons cependant que la récolte de cônes y portait sur beaucoup moins d'arbres que dans le dispositif A. Ainsi, les résultats de 1987 pour le dispositif B ne portent que sur 14 arbres.

Malgré ces variations, on note que la longueur et la masse moyenne des cônes (particulièrement pour les résultats de 1986) ont bénéficié de l'application des traitements. L'annelage partiel des arbres, combiné ou non à l'addition d'azote, a permis d'obtenir de bons résultats concernant la masse des cônes et des graines et le nombre total de graines. La fertilisation employée seule a eu des effets positifs, surtout sur la longueur et la masse des cônes, mais ne semble pas avoir eu d'effets consistants sur le nombre et la masse des graines.

Dans l'ensemble, ces résultats (tableau 7) font ressortir que la fertilisation et l'annelage des arbres ont eu des effets positifs et même significatifs principalement sur la qualité des cônes et des graines produites. Ces résultats sont conformes d'ailleurs avec ceux obtenus pour le sapin baumier et le pin gris (Sheedy, 1978a et 1978b). Il semble aussi que c'est l'azote qui a eu le plus d'effets sur la production de cônes de ce peuplement.

2.7 Résultats de croissance et évaluation de l'état de santé des arbres

Ces résultats sont présentés au tableau 8 et malgré qu'ils ne portent que sur deux ou trois ans (selon les dispositifs), ils montrent quand même que la fertilisation a eu des effets positifs sur la croissance des arbres. Ainsi, en moyenne, les arbres fertilisés du dispositif A présentent après trois ans un accroissement en volume total supérieur à celui des arbres témoins de plus de 14 p. 100 (environ 1,5 m^3/ha).

Dans le dispositif B, où les résultats ne portent que sur deux ans et où seulement dix arbres par traitement ont été mesurés, les résultats sont plus variables. Seuls les arbres fertilisés avec les traitements 6 et 7 (N500 avec ou sans annelage) présentent un accroissement en volume supérieur à celui des arbres témoins (13 p. 100 d'augmentation ou 1,4 m^3/ha).

Comme on l'a mentionné précédemment, ce peuplement a été affecté pendant plusieurs années par la tordeuse des bourgeons de l'épinette. En 1986, les dommages causés par cet insecte sont surtout apparents dans le dispositif B où près de 40 p. 100 des arbres échantillonnés sont affectés sur environ 20 p. 100 de leur cime. En général, l'état de santé des arbres de ce peuplement reflète cette situation car la majorité des arbres (48 à 90 p. 100 selon les traitements et les dispositifs) présente des blessures au niveau de la pousse terminale (tête morte, plusieurs têtes, *leader*, etc.). Ces blessures peuvent avoir été causées par des insectes, le verglas ou les oiseaux. Le taux de mortalité y est faible (moins de 1 p. 100, dispositif A et 3 p. 100, dispositif B).

Tableau 8. Résultats des mesures dendrométriques[1]

DISPOSITIF	TRAITEMENT	N°	Diamètre mm 1983	Diamètre mm 1986[2]	Acc. D mm	Hauteur cm 1983	Hauteur cm 1986	Acc. H cm	Volume total m^3/ha 1983	Volume total m^3/ha 1986	Acc. Vol. m^3/ha	État de santé (p. 100)[3] M.	S.	X.	F.	A.
A	Témoin	1	51,5	76,7	24,5	343,0	456,4	108,1	12,01	17,76	9,91	70	--	29	<1	<1
	Fert. juin	2	53,2	78,7	26,7	349,0	483,2	115,0	14,00	19,15	11,30	48	<1	48	4	<1
	Fert. juillet	3	51,7	76,7	24,5	353,0	458,8	111,1	16,70	19,29	11,44	58	1	40	1	--
	Valeur de *F*		0,14	0,14	0,10	0,24	2,23		3,9*	3,8	3,8					
			1984	1986		1984	1986		1984	1986		État de santé (p. 100)[3] M.	S.	X.	T.	
B	Témoin	4	74,0	90,4	20,2	538,9	598,1	57,2	10,86	18,00	10,5	60	--	40	60-20	
	Annelé	5	72,8	90,8	18,4	518,8	599,1	88,3	9,98	17,00	9,7	50	--	50	20-25	
	N500	6	73,7	98,6	24,8	506,2	595,6	89,4	10,12	19,40	11,9	60	--	40	40-20	
	N500-A	7	74,0	95,5	23,5	523,7	602,8	79,1	10,55	19,40	11,9	50	--	50	30-30	
	N - P - K	8	73,9	84,5	15,8	540,8	574,3	33,5	10,87	16,30	8,6	70	10	20	40-25	
	N - P - K - A	9	73,8	90,6	19,6	522,9	581,3	58,4	10,48	17,70	10,0	90	10	--	50-20	
	Valeur de *F*		0,87	2,27	3,42*	0,92	1,93	1,93	1,02	2,04	3,71*					

1 Dispositif A: chaque PEP comprend en moyenne 70 arbres (45 ép. noire et 25 sapins).
Dispositif B: un arbre par placette (dix par traitement).

2 Toutes les données de 1986 et les résultats d'accroissement ont été ajustés par covariance.

3 M.: Nombre de tiges (p. 100) présentant des blessures sur la pousse terminale (plusieurs têtes, *leader*, etc.)
S.: Nombre de tiges (p. 100) mortes
X.: Nombre de tiges (p. 100) saines
F.: Nombre de tiges (p. 100) présentant des défauts de la forme (fourchues, penchées, etc.)
A.: Autre cause (blessures mécaniques, etc.)
T.: Nombre d'arbres affectés par la tordeuse (p. 100) et évaluation des dommages en p. 100 de la cime.

* Différence significative au seuil de probabilité de 95 p. 100

Dans le dispositif A on note qu'en moyenne 39 p. 100 des arbres sont sains et que la proportion d'arbres sains est plus élevée dans les placettes fertilisées. Les résultats du dispositif B sont comparables sauf pour les arbres fertilisés en N-P-K (traitements 8 et 9) où huit arbres sur dix présentent des dommages au niveau de la pousse terminale. Ces résultats nous laissent croire que la croissance de ces arbres de même que leur production de cônes et de graines sont affectées par ces dommages.

CONCLUSION

La fertilisation de même que l'annelage partiel des arbres ont causé des augmentations dans le nombre, la longueur et la masse des cônes produits ainsi que dans la qualité du feuillage (aiguilles plus lourdes et plus longues) et dans la croissance des arbres. Les arbres présentant les plus gros diamètres et bien exposés à la lumière sont les meilleurs producteurs et les cônes produits par ces arbres sont plus longs et plus lourds que ceux produits par les arbres plus petits.

Lors des bonnes années semencières, c'est surtout la qualité des cônes et des graines qui est affectée par la fertilisation. Durant les autres années, ce traitement affecte aussi le nombre de cônes produits.

C'est l'azote qui a eu le plus d'impact sur la qualité et la production de cônes de ce peuplement. Si les autres éléments sont à des niveaux satisfaisants, le meilleur traitement consisterait à appliquer 150 kg/ha de nitrate d'ammonium. La fertilisation des arbres producteurs pourrait être répétée tous les trois ans, au printemps, lors de la période de débourrement. L'annelage partiel des arbres producteurs pourrait compléter la fertilisation et donner de bons résultats.

La santé des arbres ainsi que la production de cônes de ce peuplement ont été perturbées par la tordeuse des bourgeons de l'épinette (particulièrement dans le dispositif B).

Dans le cadre d'un aménagement intensif des peuplements semenciers, il est important de protéger adéquatement les semenciers contre les dommages causés par les insectes et les maladies si l'on veut obtenir le maximum de réaction aux traitements appliqués.

RÉFÉRENCES

ANONYME, 1974. *Possibilités des terres pour la forêt. Carte Gaspé 22A.* Env. Can., Dir. Gén. Terres, N° de catalogue En 64/3-22A.

COMMISSION CANADIENNE DE PÉDOLOGIE, 1978. *Le système canadien de classification des sols.* Publ. 1646, Min. Agr. Canada. Approvisionnements et services Canada, Ottawa.

EDWARDS, I.K., 1979. *Fertilization and soil fertility in conifer seed production.* Env. Can., C.F.S., Northern For. R & A Centre, Report NOR-10-135, 18 p.

HOUDE, A., 1978. *Atlas climatologique du Québec. Température et précipitation.* Min. Rich. Nat., Gouv. Québec.

MATTHEWS, J.D., 1963. *Factors affecting the production of seed by forest trees.* Forestry Abstracts 24(1): i-xiii.

PURITCH, G.S., 1977. *Cone production in conifers.* Env. Can., C.F.S., Victoria, B.C., Report BC-X-65, 56 p.

ROWE, J.S., 1972. *Les régions forstières du Canada.* Min. Env., Serv. Can. For., Publ. 1300 F, 172 p.

SHEEDY, G., 1978a. *Effets de sept traitements de fertilisation sur la production de cônes et de graines d'un peuplement de sapin baumier âgé de 60 ans.* M.E.R., Serv. Rech. For., Note N° 8, 10 p.

SHEEDY, G., 1978b. *Effets de cinq traitements de fertilisation sur la production de cônes et de semences d'un peuplement naturel de pin gris âgé de 54 ans.* M.E.R., Serv. Rech. For., Note N° 9, 10 p.

SMITH, R.F., 1985. *Managing black spruce seedling seed orchards for cone and seed production.* In: *Proceedings, Conifer Tree Seed in the Inland Mountain West Symposium, Missoula, Montana, August 5-6, 1985.* U.S.D.A., For. Serv., Gen. Tech. Rep. Int-203: 187-190.

THIBAULT, R., T. MORISSETTE et Y. LAMONTAGNE, 1985. *Effets de trois traitements de fertilisation sur la production et la qualité des cônes et des semences d'épinette noire.* Serv. régén. for., M.E.R., 12 p.

VÉZINA, P.E. et A. LINTEAU, 1968. *Growth and yield of balsam fir and black spruce in Quebec.* For. Res. Lab. Quebec Region, Information Report Q-X-2. 58 p.

WALSH, L.M., 1971. *Instrumental methods for analysis of soils and plant tissue.* Soil Sci. Soc. of America. Madison, Wisconsin, U.S.A. 222 p.

L'aménagement intensif des forêts naturelles et artificielles devra être de plus en plus utilisé pour combler nos besoins toujours grandissants en produits forestiers. La fertilisation des peuplements peut être un moyen assez simple d'accroître la production des forêts du Québec. C'est pourquoi le ministère de l'Énergie et des Ressources, par l'entremise de son Service de l'amélioration des arbres, poursuit une série de travaux de recherche et de développement sur la fertilisation des forêts.

Gouvernement du Québec
Ministère de l'Énergie
et des Ressources (Forêts)
**Direction de la recherche
et du développement**

ISBN 2-550-19208-7
O.D.C. 231.1(047.3)(714)
L.C. SD 397 .B53

MER 5310-94